



UNIMORE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

Approccio all'esame di stato Ingegneria Industriale

Saverio Giulio Barbieri saveriogiulio.barbieri@unimore.it

L'esame

Due prove (?):

1. Prova scritta
2. Orale

L'esame

Quattro prove (?):

1. Prova scritta 1
2. Prova scritta 2
3. Orale
4. Prova scritta 3

L'esame

Prova scritta 1, modalità:

- Durata: 4 ore
- Tema su argomento ingegneristico molto generale

L'esame

Prova scritta 1, cosa portare (?):

- fino 3 libri di testo (no appunti rilegati, **solo libri**)
- Calcolatrice
- Penna nera o blu
- Righello (e/o squadre) per possibili piccoli disegni e grafici

La prova scritta

Testi che “io” suggerisco di portare

1



2



3 ????

La prova scritta 1

Esempio: 2016 seconda sessione

TEMA 1

Il candidato riporti un esempio specifico in cui le normative di sicurezza incidono in misura predominante sui criteri progettuali o sulla scelta dei materiali o delle tecnologie di produzione

La prova scritta 1

Esempio: 2016 seconda sessione

Normative di sicurezza:

Dimensionamento:

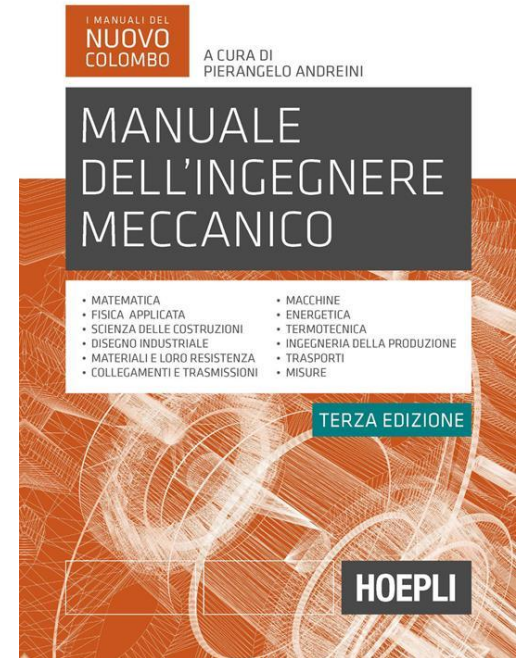
Fattore di sicurezza

Materiali:

Proprietà statiche o a fatica

Tecnologie di produzione:

Qualità del risultato (rugosità,
tolleranze dimensionali)



La prova scritta 1

Esempio: 2016 prima sessione

L'aumento dei paesi energivori, la crescente sensibilizzazione dell'opinione pubblica verso la salvaguardia dell'ambiente e il possibile esaurimento delle risorse energetiche tradizionali spingono i progettisti a ricercare soluzioni tecniche e tecnologiche sempre più efficienti.

Si chiede al candidato di presentare in maniera sintetica due varianti tecnologiche della stessa applicazione industriale caratterizzate da livelli di efficienza nettamente distinti.

Vengono stabiliti i sottoindicati criteri di valutazione: rigore e chiarezza dell'esposizione, aggiornamento delle conoscenze dimostrate, capacità di analisi e sintesi

La prova scritta 1

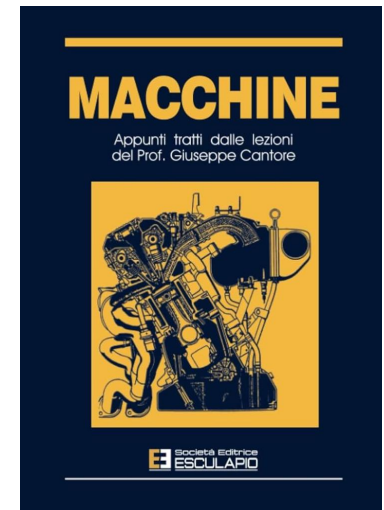
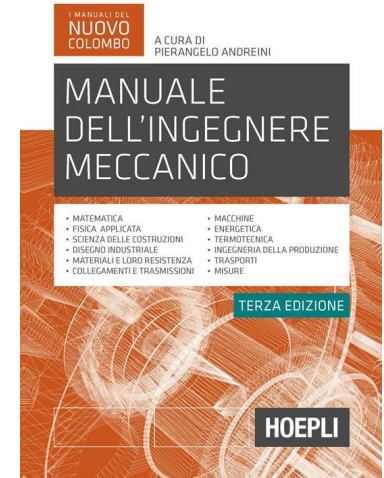
Esempio: 2016 prima sessione

Prototipazione rapida (10.44) vs
lavorazioni tradizionali

Motori endotermici benzina vs Diesel

Generatori di calore

Caldaie a tubi di fumo vs caldaie ad
irraggiamento



La prova scritta 1

Esempio: 2015 seconda sessione

Tema 1

La progressiva crescita della potenza computazionale a disposizione dell'ingegneria ha consentito negli ultimi anni lo sviluppo e la diffusione di strumenti CAE sempre più evoluti ed efficienti. Tali strumenti sono in grado di assistere nella progettazione e nell'ottimizzazione di processi e prodotti sempre più complessi, e trovano applicazione in tutti i settori dell'ingegneria. Si chiede al candidato di analizzare i vantaggi offerti dalla "CAE - Computer Aided Engineering" citando almeno un esempio applicativo e, eventualmente, portando la propria esperienza personale.

La prova scritta 1

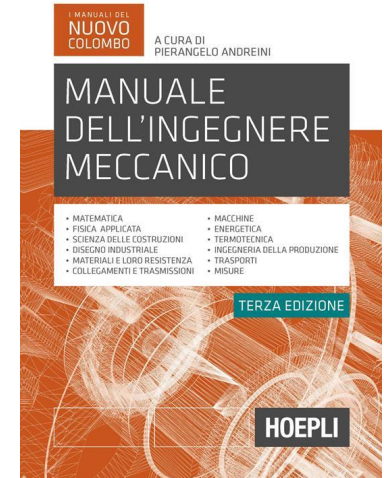
Esempio: 2015 seconda sessione

CAD (9.4)

FEM (8.16)

CFD

...



La prova scritta 1

Esempio: 2015 prima sessione

Ingegneria Industriale – Tema n. 1

La crescente complessità dei sistemi ingegneristici impone a chi si affaccia alla professione di Ingegnere di acquisire conoscenze interdisciplinari. Sempre più spesso, nell'ambito dell'ingegneria industriale viene richiesto di avere competenze in campo meccanico, elettrico, elettronico, informatico e gestionale. Il candidato descriva almeno un'applicazione in cui la richiesta di tale multi-disciplinarietà è particolarmente evidente.

La prova scritta 1

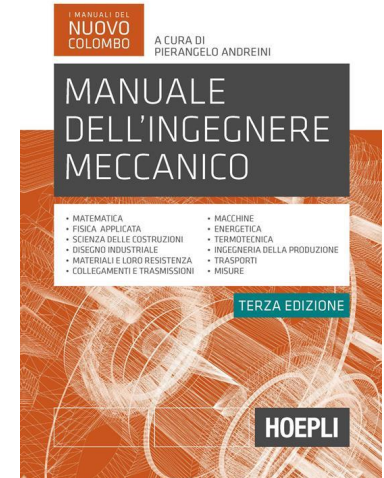
Esempio: 2015 prima sessione

31.52 Cenni sulla costruzione
di autoveicoli

Motori elettrici

Additive manufacturing

...



L'esame

Prova scritta 2, modalità:

- Durata: 4 ore
- Tema su argomento ingegneristico (si prendano ad esempio le prove pre-2020 o post 2024)

<https://www.unimore.it/it/didattica/esami-distato/archivio-prove-anni-precedenti>

L'esame

Prova scritta 2, cosa portare (?):

- fino 3 libri di testo (no appunti rilegati, **solo libri**)
- Calcolatrice
- Penna nera o blu
- Righello (e/o squadre) per possibili piccoli disegni e grafici

La prova scritta

Testi che “io” suggerisco di portare

1



2



3 ???

La prova scritta

Esempio: 2024 secondo appello

Tema 1 Materiali

Diverse sono le spinte che portano al cambiamento e alla ricerca di nuovi materiali, come già sostenuto da Ashby nel 1992, dalle spinte tecnologiche, spinte del mercato e spinte della scienza. Nel 2023 è stato pubblicato su Nature un articolo in cui si mostra come la scoperta di nuovi materiali venga enormemente accelerata dalle capacità dell'intelligenza artificiale: fra quelle scoperte, circa 380 mila strutture tra le più promettenti saranno ora accessibili alla comunità scientifica. Tuttavia, anche dopo la scoperta di nuovi materiali, di solito sono necessari decenni prima che le industrie li portino allo stadio commerciale. Il candidato descriva come la scienza dei materiali riesca a interfacciarsi con lo sviluppo di nuovi materiali (ad esempio leghe ad alta entropia, materiali termomagnetici, superconduttori, Smart Textiles) e nuove tecnologie (ad esempio additive manufacturing), descriva quali possono essere criteri per selezionare nuovi materiali e processi ed infine come lo sviluppo di entrambi si collochi nell'ambito del rilancio dell'economia grazie alla tecnologia verde, la creazione di industrie e trasporti sostenibili e la riduzione dell'inquinamento.

La prova scritta

Esempio: 2024 secondo appello

Non trovo quello che mi serve sui manuali...

Provo con lo Shackelford



La prova scritta

Esempio: 2024 secondo appello

leghe ad alta entropia:

Non trovo nulla

materiali termomagnetici:

Non trovo nulla

Superconduttori:

Da p. 436

Smart Textiles:

Non trovo nulla

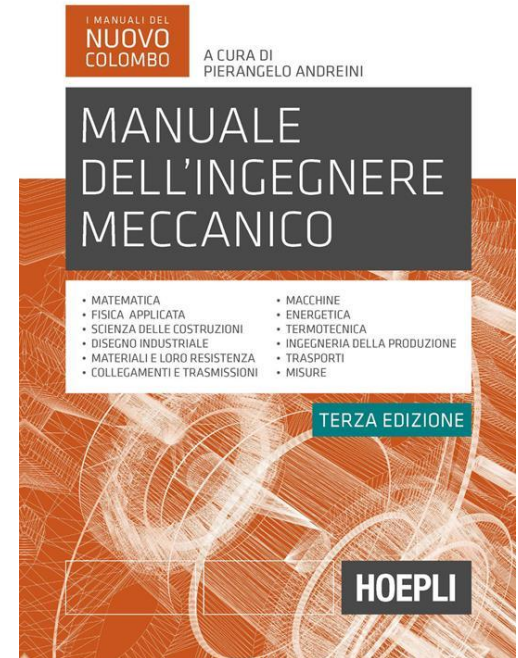


La prova scritta

Esempio: 2024 secondo appello

additive manufacturing:

Prototipazione rapida da p.575



La prova scritta

Esempio: 2024 secondo appello

Tema 2 Costruzione di Macchine

Il candidato / La candidata, discuta i fenomeni di deformazione elastica e plastica.

Si faccia riferimento ad esempi applicativi.

Si faccia riferimento alle grandezze con cui si descrivono le proprietà del materiale.

Si faccia riferimento a criteri e metodologie di progettazione.

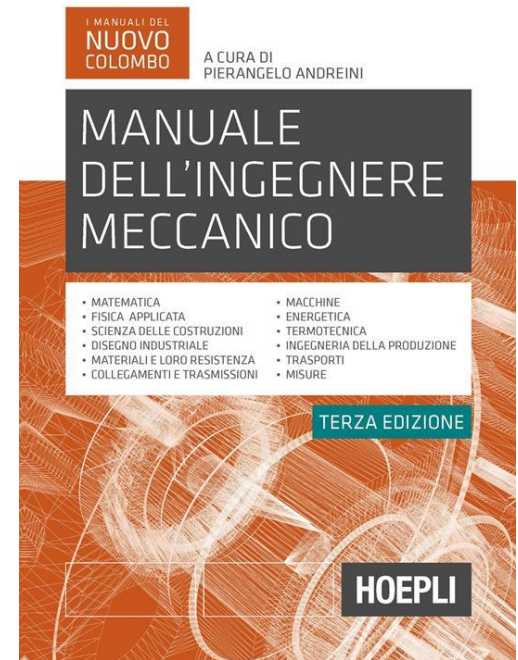
Si faccia riferimento a metodi di prova.

La prova scritta

Esempio: 2024 secondo appello

Capitolo 12

Da p.671



La prova scritta

Esempio: 2024 secondo appello

Tema 3 Meccanica Applicata

Il candidato discuta i concetti di base delle trasmissioni di potenza ad ingranaggi, con particolare attenzione a: - tipologie, - campi di utilizzo con esempi di applicazioni, - metodologie di dimensionamento preliminare (per questo punto, considerare solo trasmissioni dotate di ruote cilindriche a denti dritti).

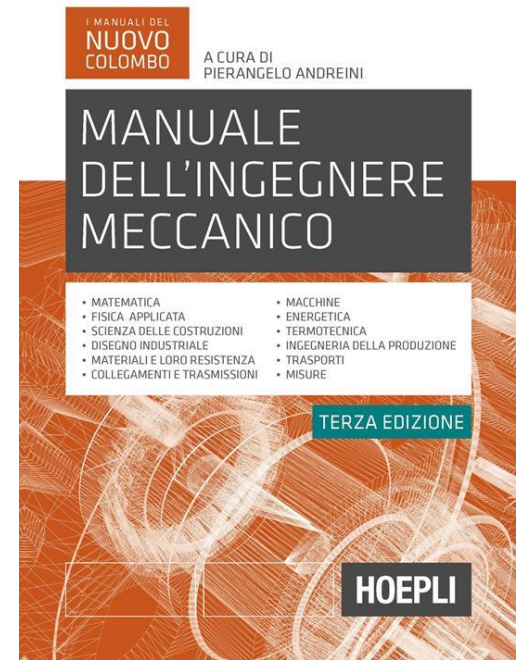
La prova scritta

Esempio: 2024 secondo appello

Capitolo 18

Ruote dentate

Da p.1121



La prova scritta

Esempio: 2024 secondo appello

Tema 4 Impianti a ciclo combinato per la produzione di energia elettrica

Il crescente fabbisogno di energia elettrica a livello mondiale richiederà uno sfruttamento sempre maggiore delle fonti di energia rinnovabili (e.g., eolica, solare). Tuttavia, perlomeno nel breve e medio periodo, i tradizionali impianti termoelettrici per la produzione di energia elettrica continueranno a giocare un ruolo chiave, a patto che il loro impatto ambientale sia sempre minore. Il/La candidato/a descriva gli impianti a ciclo combinato gas/vapore, evidenziando il confronto rispetto ai cicli a gas e a vapore (i.e., centrali tradizionali) in termini di rendimento e illustrando strategie volte ad aumentare il rendimento stesso del ciclo combinato. Si descriva, inoltre, il funzionamento di una turbina a salti di pressione (o multistadio), evidenziando i vantaggi rispetto ad una turbina ad azione semplice. Infine, si discuta l'approccio al dimensionamento del condensatore nel ciclo a vapore, evidenziando altresì strategie progettuali per raffreddare l'acqua, qualora essa sia impiegata come fluido di raffreddamento, prima della reimmissione nel serbatoio di provenienza (e.g., fiume, mare).

La prova scritta

Esempio: 2024 secondo appello

Non trovo quello che mi serve sui manuali...

Capitolo 4

Impianti combinati

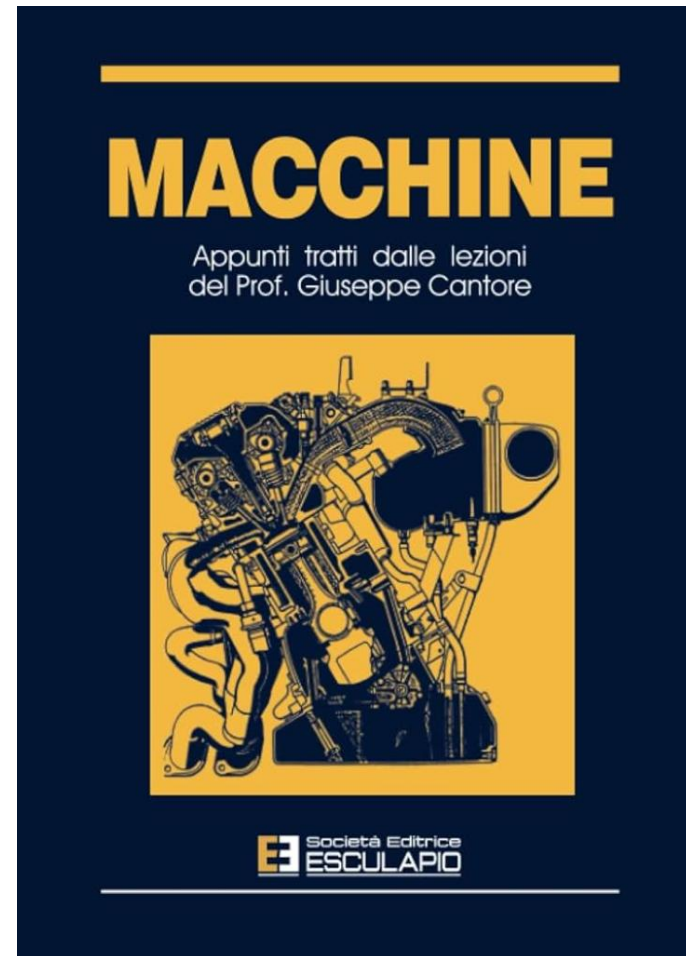
Capitolo 7

Turbina ad azione a
salti di pressione

p.185

Capitolo 2

Sistemi a vapore con
ciclo a condensazione



La prova scritta

Esempio: 2024 secondo appello

Tema 5 Motori a combustione interna

I motori a combustione interna rappresentano, a partire dalla loro invenzione, il principale sistema propulsivo per il trasporto sia di persone, sia di merci. Con riferimento a un motore a 4-Tempi, il/la candidato/a descriva il ciclo termodinamico Diesel con possibile rappresentazione di questo su diagrammi termodinamici (e.g., p-v, T-s). Il candidato evidenzi, inoltre, la correlazione tra le fasi del ciclo termodinamico e quelle del ciclo reale, con possibile riferimento sia al motore a 4-Tempi che a 2-Tempi. Infine, si descriva la correlazione tra rendimento del ciclo termodinamico e parametri di progetto rilevanti (e.g., rapporto di compressione) e strategie di abbattimento delle emissioni inquinanti.

La prova scritta

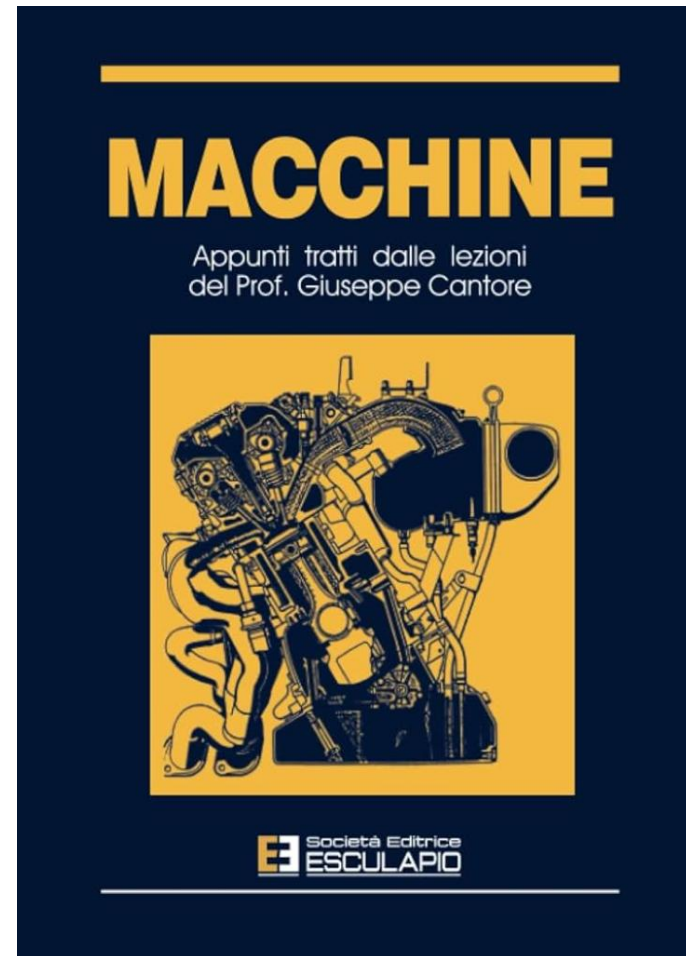
Esempio: 2024 secondo appello

Non trovo quello che mi serve sui manuali...

Capitolo 9

9.16

I Motori a ciclo Diesel



La prova scritta

Esempio: 2024 primo appello

SETTORE INDUSTRIALE

Temi proposti:

Tema 1 (comune a Macchine e Fisica Tecnica) – Impianti a ciclo combinato per la produzione di energia elettrica

Il crescente fabbisogno di energia elettrica a livello mondiale richiederà uno sfruttamento sempre maggiore delle fonti di energia rinnovabili (e.g., eolica, solare). Tuttavia, perlomeno nel breve e medio periodo, i tradizionali impianti termoelettrici per la produzione di energia elettrica continueranno a giocare un ruolo chiave, a patto che il loro impatto ambientale sia sempre minore. Il/La candidato/a descriva gli impianti a ciclo combinato gas/vapore, evidenziando il confronto rispetto ai cicli a gas e a vapore (i.e., centrali tradizionali) in termini di rendimento e illustrando strategie volte ad aumentare il rendimento stesso del ciclo combinato. Si descriva, inoltre, il funzionamento di una turbina a salti di pressione (o multistadio), evidenziando i vantaggi rispetto ad una turbina ad azione semplice. Infine, si discuta l'approccio al dimensionamento del condensatore nel ciclo a vapore, evidenziando altresì strategie progettuali per raffreddare l'acqua, qualora essa sia impiegata come fluido di raffreddamento, prima della reimmissione nel serbatoio di provenienza (e.g., fiume, mare).

La prova scritta

Esempio: 2024 primo appello

Tema 2 (comune a Macchine e Fisica Tecnica) – Motori a combustione interna

I motori a combustione interna rappresentano, a partire dalla loro invenzione, il principale sistema propulsivo per il trasporto sia di persone, sia di merci. Con riferimento a un motore a 4-Tempi, il/la candidato/a descriva i cicli termodinamici Otto, Diesel e Sabathé, con possibile rappresentazione di questi su diagrammi termodinamici (e.g., p - v , T - s), elencando le principali ipotesi semplificative che caratterizzano i cicli termodinamici rispetto al ciclo motore reale. Il candidato evidenzi, inoltre, la correlazione tra le fasi dei cicli termodinamici e quelle del ciclo reale, con possibile riferimento sia al motore a 4-Tempi che a 2-Tempi. Infine, si descriva la correlazione tra rendimento del ciclo termodinamico e parametri di progetto rilevanti (e.g., rapporto di compressione).

La prova scritta

Esempio: 2024 primo appello

Man. Ing. Mecc.

- 7.35 Cicli termodinamici
- 20.16 Cicli di lavoro

La prova scritta

Esempio: 2024 primo appello

Tema 3 (Macchine) – Cogenerazione

Gli impianti cogenerativi, rispetto agli impianti termici per la produzione di energia elettrica, sono in grado di fornire alle utenze ad essi collegati sia energia elettrica che termica. Il candidato fornisca una classificazione dei sistemi di cogenerazione in funzione delle modalità di sfruttamento dell'energia primaria e definisca gli indici caratteristici degli impianti cogenerativi. Infine il candidato, con riferimento ad un impianto cogenerativo a scelta, ne descriva il funzionamento.

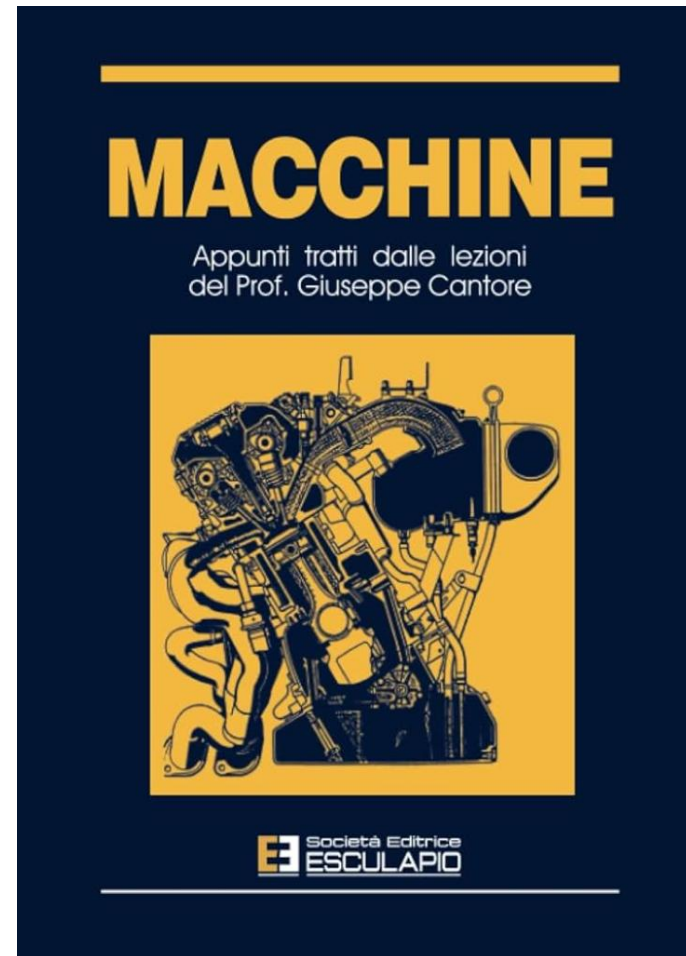
La prova scritta

Esempio: 2024 primo appello

Non trovo quello che mi serve sui manuali...

Capitolo 5

La Cogenerazione



La prova scritta

Esempio: 2024 primo appello

Tema 4 (Fisica Tecnica) – Risparmio energetico negli edifici

Il risparmio energetico negli edifici costituisce una sfida determinante per limitare il consumo di energia elettrica e di combustibili comunemente usati per il riscaldamento. In quest'ottica, il/la candidato/a illustri le principali strategie di risparmio energetico relative all'involucro (e.g., impiego di materiali isolanti, isolamento dei ponti termici) e agli impianti (e.g., pompe di calore, ventilazione meccanica controllata con recupero di calore). Inoltre, si descrivano potenziali soluzioni per l'approvvigionamento energetico in loco (e.g., pannelli fotovoltaici e solari), evidenziandone vantaggi e limiti attuali.

La prova scritta

Esempio: 2024 primo appello

Man. Ing. Mecc.

- 22 Energetica
- 27 Impianti frigoriferi e pompe di calore
- 28 Trattamento dell'aria

La prova scritta

Esempio: 2024 primo appello

Tema 5 (Materiali) - fenomeno di degrado

Nonostante nella progettazione industriale sia sempre più frequente l'applicazione di criteri di selezione dei materiali e dei trattamenti per realizzare manufatti in grado di mantenere inalterate le loro proprietà nelle condizioni di esercizio, è possibile che si verifichino particolari situazioni che portano al prematuro *degrado* del materiale. Solitamente i processi di degrado sono innescati da specifiche interazioni fra il materiale e l'ambiente, interazioni che in fase di progettazione non erano state previste o che erano state sottostimate. Il candidato selezioni uno specifico materiale e descriva un possibile fenomeno di degrado che può aver luogo in determinate condizioni di esercizio (ad esempio corrosione, invecchiamento, foto-ossidazione, ecc..) descrivendo in dettaglio i meccanismi con i quali tale forma di degrado agisce e le possibili azioni di prevenzione che possono essere adottate per proteggere il materiale.

La prova scritta

Esempio: 2024 primo appello

Man. Ing. Mecc.

- Corrosione-fatica p.754
- Invecchiamento ??
- Foto ossidazione ??

Shackelford

Capitolo 15: corrosione



La prova scritta

Esempio: 2024 primo appello

Tema 6 - Fatica meccanica

Il candidato / La candidata, discuta il fenomeno della fatica meccanica ad alto numero di cicli. Si faccia riferimento ad esempi applicativi, alle grandezze con cui si descrive il ciclo a fatica, a metodi di prova. Si descriva un diagramma per la progettazione a fatica a vita finita e un diagramma per la progettazione a fatica a vita infinita. Si faccia riferimento a criteri e metodologie di progettazione.

La prova scritta

Esempio: 2024 primo appello

Man. Ing. Mecc.

- 12.12 Fatica dei materiali

La prova scritta

Esempio: 2024 primo appello

Tema 7 – Trasmissioni di potenza

Le trasmissioni di potenza hanno come scopo la trasformazione e distribuzione del moto fra diversi elementi. In tale contesto, il candidato descriva i sistemi più comuni (es. ingranaggi, cinghie, catene), con specifico riferimento alle loro applicazioni, ai vantaggi e gli svantaggi che li caratterizzano, tenendo conto delle recenti innovazioni tecnologiche e delle tendenze verso l'efficienza energetica e la sostenibilità.

La prova scritta

Esempio: 2024 primo appello

Man. Ing. Mecc.

- 17 Trasmissioni Elastiche
- 18 Trasmissioni Rigide

La prova scritta

Esempio: 2024 primo appello

Tema 8 – Manovellismo di spinta

Il manovellismo di spinta è un meccanismo fondamentale che consente la trasformazione del moto alternativo in moto rotatorio. Questo sistema è ampiamente utilizzato in vari settori, come l'automobilistico, l'aeronautico e nelle macchine utensili. Il candidato descriva dettagliatamente i principali elementi che compongono il manovellismo di spinta, analizzando le loro caratteristiche geometriche e costruttive. Successivamente, si soffermi sulle tensioni principali a cui questi elementi sono sottoposti e sugli aspetti di cui tenere conto durante il loro dimensionamento e verifica.

Stabilisce i sottoindicati criteri di valutazione:

- conoscenze aggiornate
- capacità di sintesi
- correttezza delle informazioni

La prova scritta

Esempio: 2024 primo appello

Man. Ing. Mecc.

- 18.17 Manovellismi

La prova scritta

Esempio: 2019 secondo appello

Sezione A

LM-33 - Ingegneria meccanica

Tema 1 – Group technology e sistemi di produzione flessibili

Il candidato illustri il concetto di Group Technology, descrivendo in modo critico il contesto in cui sono nati i sistemi di produzione flessibili (Flexible Manufacturing Systems - FMS). Si presentino le tecniche di progettazione e di dimensionamento di tali sistemi, insieme ai metodi e gli approcci utili al loro impiego.

Si descrivano inoltre le recenti risposte alle sfide dell'era dell'industrializzazione moderna e ai limiti dei suddetti FMS, quali, ad esempio, i sistemi di produzione riconfigurabili (Reconfigurable Manufacturing Systems - RMS).

Tema 2 – Refrigerazione e trattamento dell'aria umida

Il candidato, mediante l'ausilio di disegni, schemi, diagrammi, relazioni analitiche, e facendo riferimento anche a casi pratici inerenti il proprio settore di competenza ed alla propria esperienza personale e/o professionale, presenti i principali cicli termodinamici utilizzati per la refrigerazione, e i principali processi utilizzati per il trattamento dell'aria umida, illustrandone inoltre i metodi per la valutazione energetica. Il candidato illustri inoltre un esempio pratico dell'implementazione di tali processi.

La prova scritta

Esempio: 2019 secondo appello

Tema 2 – Refrigerazione e trattamento dell'aria umida

Il candidato, mediante l'ausilio di disegni, schemi, diagrammi, relazioni analitiche, e facendo riferimento anche a casi pratici inerenti il proprio settore di competenza ed alla propria esperienza personale e/o professionale, presenti i principali cicli termodinamici utilizzati per la refrigerazione, e i principali processi utilizzati per il trattamento dell'aria umida, illustrandone inoltre i metodi per la valutazione energetica. Il candidato illustri inoltre un esempio pratico dell'implementazione di tali processi.

Man. Ing. Mecc.

- 27 impianti frigoriferi e pompe di calore
- 28 trattamento dell'aria

La prova scritta

Esempio: 2019 primo appello

Sezione A – Settore industriale

Ingegneria meccanica (LM-33)

Tema 1 - Scambiatori di calore

Il candidato, mediante l'ausilio di disegni, schemi, diagrammi, relazioni analitiche, e facendo riferimento anche a casi pratici inerenti il proprio settore di competenza ed alla propria esperienza personale e/o professionale, presenti e le principali tipologie costruttive di scambiatore di calore, e le principali metodologie per il dimensionamento e la verifica degli stessi. Il candidato illustri inoltre un esempio pratico di impiego delle suddette metodologie.

Tema 2 - Effetto intaglio

Il candidato discuta i tipi di tensione che si considerano nella teoria dell'effetto intaglio in relazione alla progettazione di organi meccanici. Si esaminino inoltre esempi di effetti intaglio in serie ed in parallelo, e la possibile riduzione dello stato tensionale mediante l'adozione di gole schermo.

Sviluppare inoltre lo schizzo di un albero di trasmissione caratterizzato da spallamenti supportato da due cuscinetti a rotolamento, evidenziando le zone nelle quali l'effetto intaglio risulta rilevante per una corretta progettazione meccanica.

La capacità di sintesi, l'ordine e la chiarezza espositiva costituiranno elemento di valutazione.

La prova scritta

Esempio: 2019 primo appello

Tema 1 - Scambiatori di calore

Il candidato, mediante l'ausilio di disegni, schemi, diagrammi, relazioni analitiche, e facendo riferimento anche a casi pratici inerenti il proprio settore di competenza ed alla propria esperienza personale e/o professionale, presenti e le principali tipologie costruttive di scambiatore di calore, e le principali metodologie per il dimensionamento e la verifica degli stessi. Il candidato illustri inoltre un esempio pratico di impiego delle suddette metodologie.

Man. Ing. Mecc.

- 26 scambiatori di calore

La prova scritta

Esempio: 2019 primo appello

Tema 2 - Effetto intaglio

Il candidato discuta i tipi di tensione che si considerano nella teoria dell'effetto intaglio in relazione alla progettazione di organi meccanici. Si esaminino inoltre esempi di effetti intaglio in serie ed in parallelo, e la possibile riduzione dello stato tensionale mediante l'adozione di gole schermo.

Sviluppare inoltre lo schizzo di un albero di trasmissione caratterizzato da spallamenti supportato da due cuscinetti a rotolamento, evidenziando le zone nelle quali l'effetto intaglio risulta rilevante per una corretta progettazione meccanica.

La capacità di sintesi, l'ordine e la chiarezza espositiva costituiranno elemento di valutazione.

Man. Ing. Mecc.

- 12 resistenza dei materiali metallici
 - Effetti locali: Effetto d'intaglio

La prova scritta

Esempio: 2016 secondo appello

TEMA 1 – Meccanica calda

Il candidato descriva un'applicazione industriale in cui si sfrutta la transizione di fase di un materiale.

TEMA 2 – Meccanica fredda

Il candidato discuta la tematica della finitura superficiale e delle tolleranze dimensionali in riferimento ad un processo di lavorazione a sua scelta.

TEMA 3 - Materiali

Il candidato descriva i possibili metodi sperimentali di caratterizzazione per valutare le proprietà di un rivestimento funzionale a sua scelta, con particolare attenzione ad eventuali riferimenti normativi inerenti al caso selezionato.

TEMA 4 – Gestionale

Il candidato discuta gli aspetti economici, sociali e di impatto ambientale relativi alle transizioni tra le diverse generazioni di reattori nucleari impiegati nella produzione di energia.

TEMA 5 – Controlli

Per disegnare un controllore efficace è necessario comprendere qual è il comportamento naturale del sistema da controllare. Il candidato descriva in generale il problema della modellistica di un sistema dinamico, eventualmente presentando alcuni esempi, focalizzandosi in modo particolare sull'utilizzo e l'importanza della funzione di trasferimento.

La prova scritta

Esempio: 2016 secondo appello

TEMA 1 – Meccanica calda

Il candidato descriva un'applicazione industriale in cui si sfrutta la transizione di fase di un materiale.

→ Refrigerazione sfruttando l'umidità dell'aria

Man. Ing. Mecc.

28 Trattamento dell'aria, trasformazioni dell'aria umida

La prova scritta

Esempio: 2016 secondo appello

TEMA 2 – Meccanica fredda

Il candidato discuta la tematica della finitura superficiale e delle tolleranze dimensionali in riferimento ad un processo di lavorazione a sua scelta.

Man. Ing. Mecc.

- 9 Disegno delle macchine e del prodotto industriale
- 10 Criteri di lavorazione

La prova scritta

Esempio: 2016 primo appello

SETTORE INDUSTRIALE

Temi proposti:

n.1 (Meccanica calda)

Il candidato esponga sinteticamente le problematiche connesse alla misura di grandezze fisiche (catena di errori, incertezze, ecc.) e definisca almeno due tecniche per la misura della portata di un fluido in applicazioni industriali.

n.2 (Meccanica fredda)

Il candidato, con riferimento ad esempi applicativi, discuta fenomeni di deformazione elastica e/o plastica di componenti meccanici, facendo ad esempio riferimento alle grandezze con cui si descrivono le proprietà del materiale, o a criteri e metodologie di progettazione, o a metodi di prova.

n.3 (Materiali)

Nell'ottica di garantire uno sviluppo sostenibile (sia in termini di consumo delle materie prime che di produzione di rifiuti) ma anche per diminuire i costi di produzione legati all'approvvigionamento e alla trasformazione delle materie prime, ad oggi è sempre più frequente adottare strategie di riciclo e/o riutilizzo dei materiali. Il candidato selezioni uno specifico materiale e descriva i possibili vantaggi derivanti da un suo approvvigionamento (parziale o totale) da fonti seconde, mettendo in evidenza: i) le peculiarità delle tecnologie ad oggi disponibili per il suo recupero/riciclo e ii) le eventuali differenze in termini di proprietà chimico-fisico e meccaniche derivanti dall'impiego di materiale parzialmente o totalmente riciclato.

n.4 (Gestionale)

Il candidato ponga a confronto due tecnologie per la produzione di energia da fonti rinnovabili e ne discuta i potenziali vantaggi economico/gestionali e di sostenibilità ambientale. Vengono stabiliti i sottoindicati criteri di valutazione: rigore e chiarezza dell'esposizione, aggiornamento delle conoscenze dimostrate, capacità di analisi e sintesi

La prova scritta

Esempio: 2016 primo appello

n.1 (Meccanica calda)

Il candidato esponga sinteticamente le problematiche connesse alla misura di grandezze fisiche (catena di errori, incertezze, ecc.) e definisca almeno due tecniche per la misura della portata di un fluido in applicazioni industriali.

Man. Ing. Mecc.

- 30 Misure e controlli
 - Misuratori di Portata e di Livello

La prova scritta

Esempio: 2016 primo appello

n.2 (Meccanica fredda)

Il candidato, con riferimento ad esempi applicativi, discuta fenomeni di deformazione elastica e/o plastica di componenti meccanici, facendo ad esempio riferimento alle grandezze con cui si descrivono le proprietà del materiale, o a criteri e metodologie di progettazione, o a metodi di prova.

Man. Ing. Mecc.

- 12 Resistenza dei materiali metallici

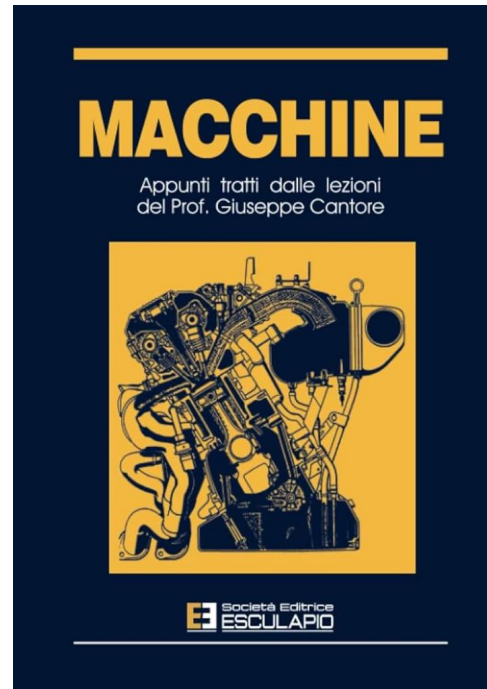
La prova scritta

Testi che “io” suggerisco di portare

1



2



3



L'esame

Orale:

- Domande che potranno coprire tutte le materie della relativa classe di laurea.
- Domande sul regolamento e il codice deontologico dell'ordine.

L'esame

Prova scritta 3, modalità (?):

- Durata: xx ore
- Prova di progettazione

L'esame

Prova scritta 3, cosa portare (?):

- fino xx libri di testo (no appunti rilegati, **solo libri**)
- Calcolatrice
- Penna nera o blu
- Righello (e/o squadre) per possibili disegni e grafici

L'esame

Prova scritta 3

ESAME DI STATO PER LA PROFESSIONE DI INGEGNERE

II SESSIONE 2015

III prova scritta – 11 Dicembre 2015

Settore Industriale

Sezione A

L'esame

Prova scritta 3

Tema 2

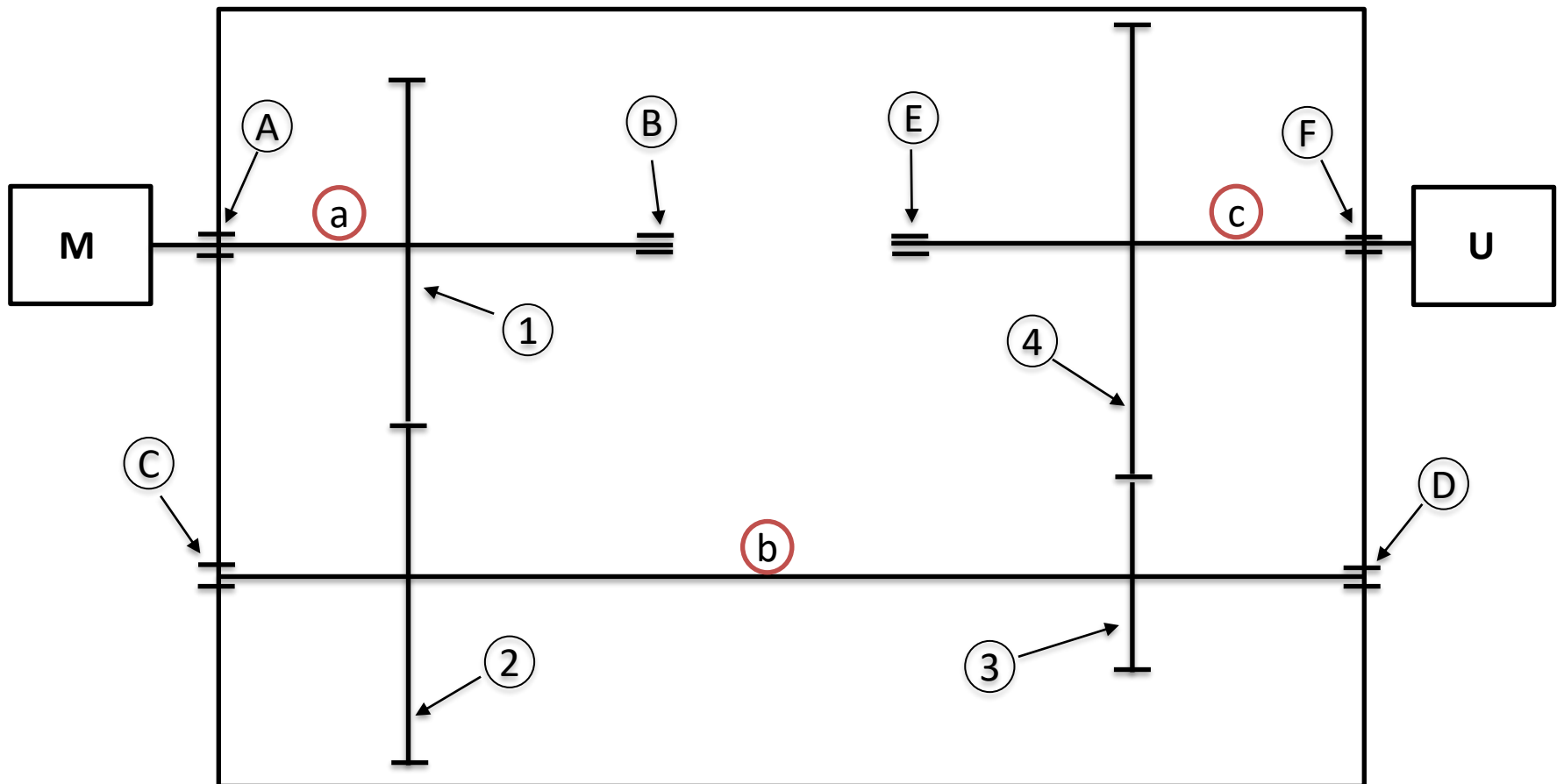
Si consideri un riduttore ad ingranaggi a denti diritti ad alberi coassiali. Si progetti il riduttore per trasmettere una potenza pari a 8 kW. L'albero motore è azionato da un motore elettrico rotante ad una velocità di 1500 rpm, mentre l'utilizzatore richiede una velocità di 500 rpm, con la possibilità di invertire il senso di rotazione. Si richiede al candidato di:

- 1) Realizzare un disegno d'assieme del riduttore, comprendente tutti i particolari non normalizzati (alberi, ruote, carter, etc.) e commerciali (cuscinetti, viti, tenute etc.), indicati nella distinta base
- 2) Dimensionare a vita infinita gli alberi
- 3) Eseguire il disegno costruttivo degli elementi non normalizzati, con tutte le viste e le sezioni necessarie a rappresentarne la geometria e tutte le note (tolleranze generali, dimensionali, geometriche e rugosità) necessarie per la realizzazione in funzione dei materiali e della tecnologia di lavorazione scelti

L'esame

Prova scritta 3

Disegno schematico d'assieme



L'esame

Prova scritta 3

Dimensionamento ruote dentate

Tabella I.87 Numero minimo di denti per $\alpha = 20^\circ$ e $\beta = 0$

Tipo di ingranaggio	Rapporto $u = z_2/z_1$	Numero minimo di denti
Dentatura esterna	1	13
	1,25	13
	1,5	14
	2,5	15
	5	16
	10	17
Pignone-dentiera	∞	17
	10	18
Dentatura interna	5	19
	2,5	21
	1,5	24

Tabella I.89 Coefficienti y di Lewis per $\alpha = 20^\circ$ per ruote non corrette ($x = 0$)

N. di denti z'	Dentatura normale	Dentatura ribassata (Stub)	N. di denti z'	Dentatura normale	Dentatura ribassata (Stub)
12	0,245	0,311	30	0,358	0,437
14	0,276	0,339	42	0,395	0,463
16	0,295	0,361	60	0,421	0,484
18	0,308	0,337	100	0,446	0,506
20	0,320	0,393	150	0,459	0,518
25	0,339	0,418	Dentiera	0,484	0,550

Materiali ruote dentate

Manuale pag I-129

Tabella I.92 Materiali per ruote dentate

Materiali	Sigla	R_m [N/mm ²]	HB	Materiali	Sigla	R_m [N/mm ²]	HV ₁₀	
Ghisa grigia	EN-GJL-200	200	170	Acciai da bonifica	34 Cr 4	900 ÷ 1100	260	
	EN-GJL-250	250	200		37 Cr 4	950 ÷ 1150	260	
Ghisa sferoidale	EN-GJS-600-3	600	250		25 CrMo 4	900 ÷ 1100	260	
	EN-GJS-800-2	800	270		34 Cr Mo 4	1000 ÷ 1200	270	
Acciai da costruzione	S275	410 ÷ 580	130		42 CrMo 4	1100 ÷ 1200	280	
	S355	490 ÷ 630	150		36 CrNiMo 16	1250 ÷ 1400	330	
	E295	470 ÷ 610	165		Acciai da nitrurazione	C 45	700 ÷ 850	400
	E335	570 ÷ 710	180			42 CrMo 4	1000 ÷ 1100	500
	E360	690 ÷ 900	210		Acciai da cementazione	C 15	500 ÷ 650	700
Acciai da bonifica	C 25	550 ÷ 700	150			16 MnCr 5	800 ÷ 1100	720
	C 40	650 ÷ 800	190	18 CrNi 5		1200 ÷ 1450	750	
	C 50	750 ÷ 900	205	Bronzi	CuSn 8	420 ÷ 700	200	
	C 60	850 ÷ 1000	215		CuAl 10 Fe 3	620 ÷ 700	160	

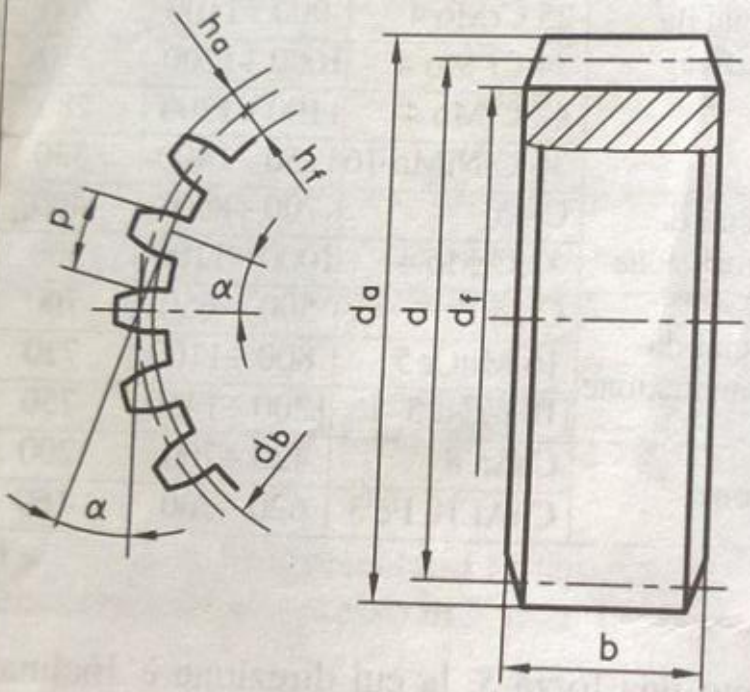
Manuale pag I-125 → Moduli unificati

I moduli unificati dalla UNI 6586 sono: 0,50; 0,75; 1; 1,125; 1,25; 1,375; 1,5; 1,75; 2; 2,25; 2,5; 2,75; 3; 3,25; 3,5; 3,75; 4; 4,5; 5; 5,5; 6; 6,5; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 50.

Caratteristiche dentatura

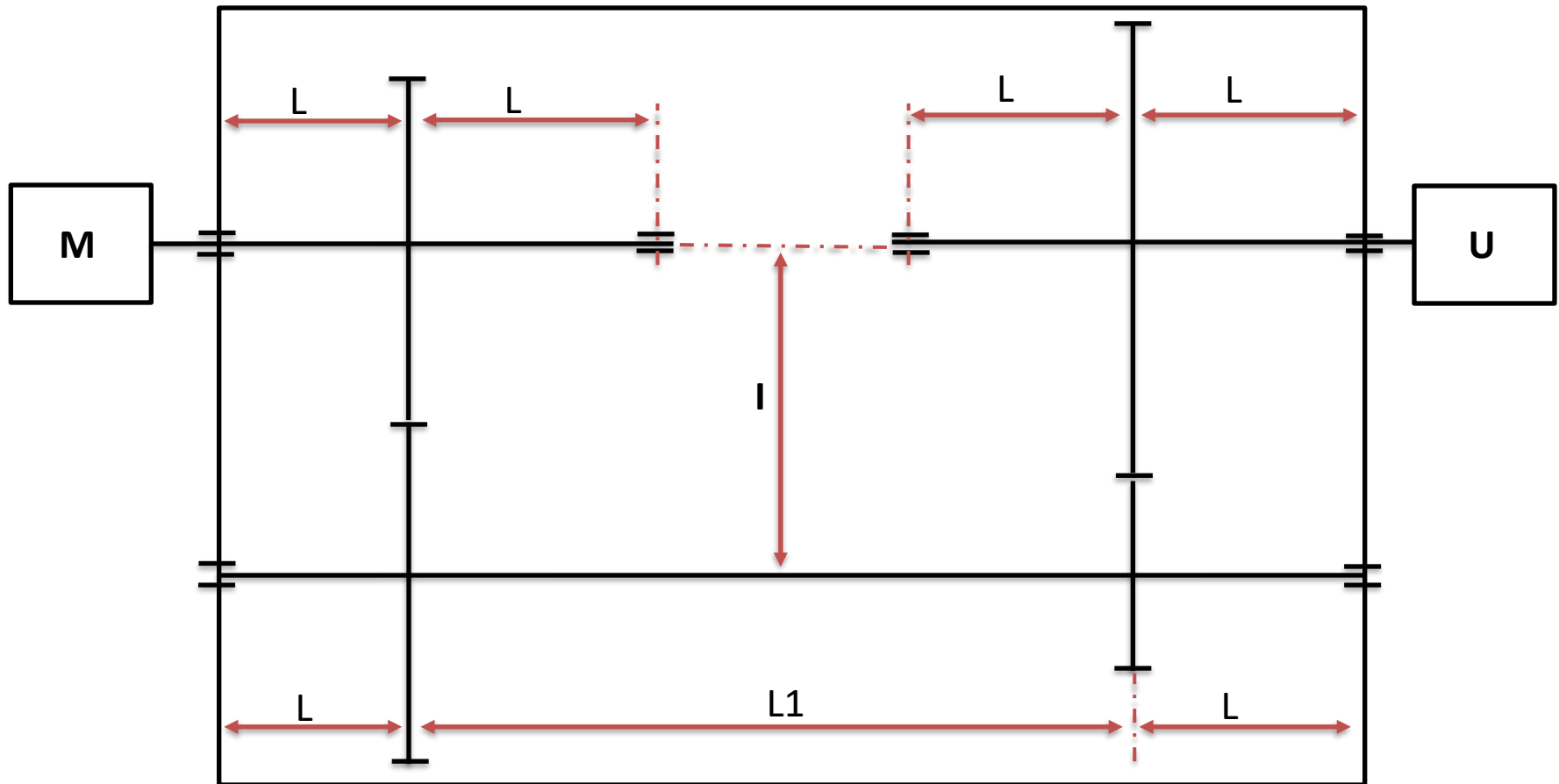
Manuale pag I-130

Tabella I.93 Proporzionamento normale di ruota dentata cilindrica a denti dritti

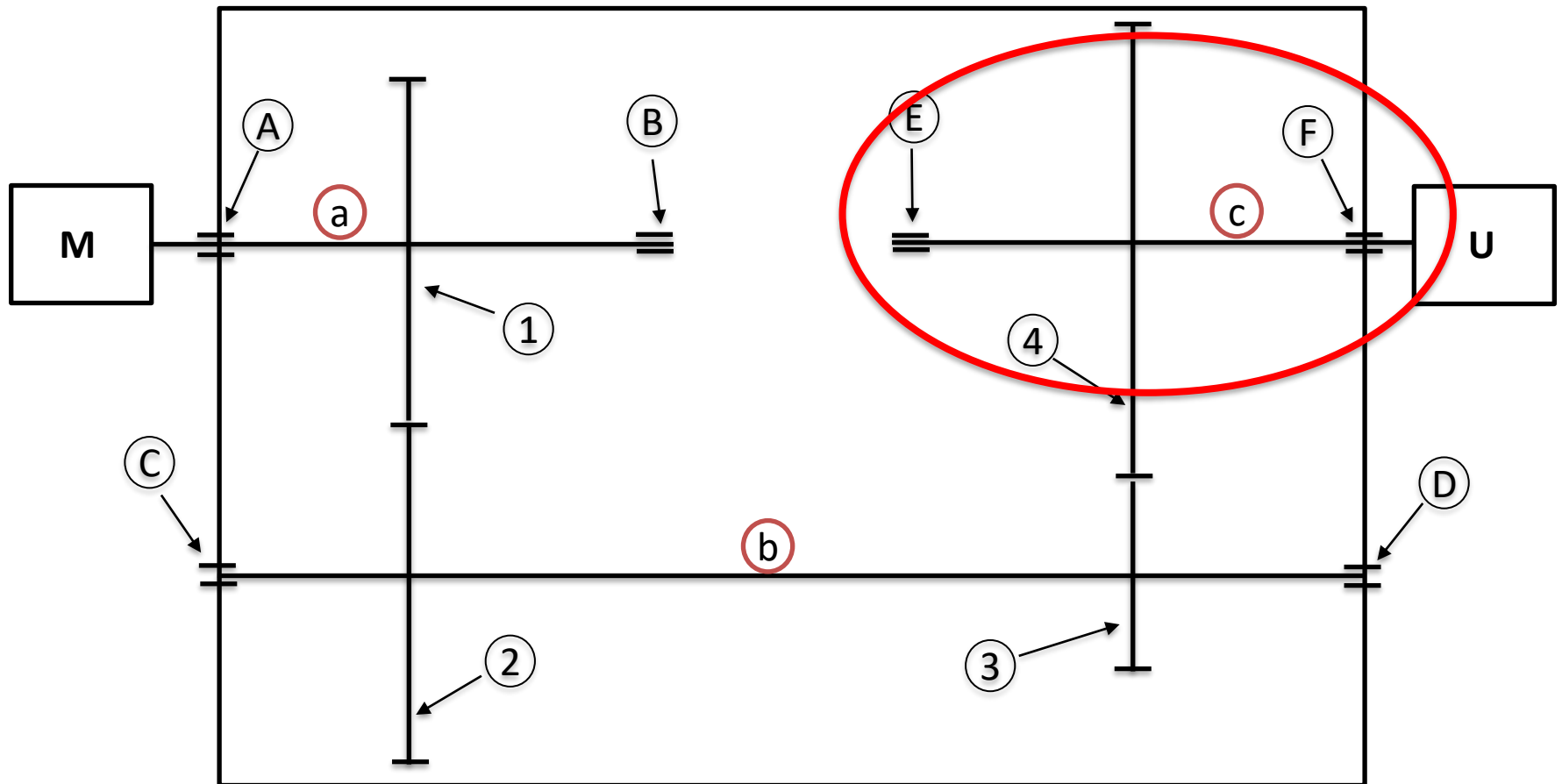


Caratteristica	Simbolo	Formule di calcolo
Numero di denti	z	$z = d/m$
Modulo	m	$m = p/\pi$
Passo	p	$p = \pi \cdot m = \pi \cdot d/z$
Addendum	h_a	$h_a = m$
Dedendum	h_f	$h_f = 1,25 \cdot m$
Altezza del dente	h	$h = 2,25 \cdot m$
Angolo di pressione	α	$\alpha = 20^\circ$
Diametro primitivo	d	$d = m \cdot z$
Diametro di piede	d_f	$d_f = d - 2h_f$
Diametro di testa	d_a	$d_a = d + 2h_a$
Diametro di base	d_b	$d_b = d \cdot \cos \alpha$
Rapporto d'ingranaggio	u	$u = z_2/z_1 = d_2/d_1$
Interasse	a	$a = d_1 + d_2$
Larghezza dentatura	b	$b = (8 \div 16) \cdot m$

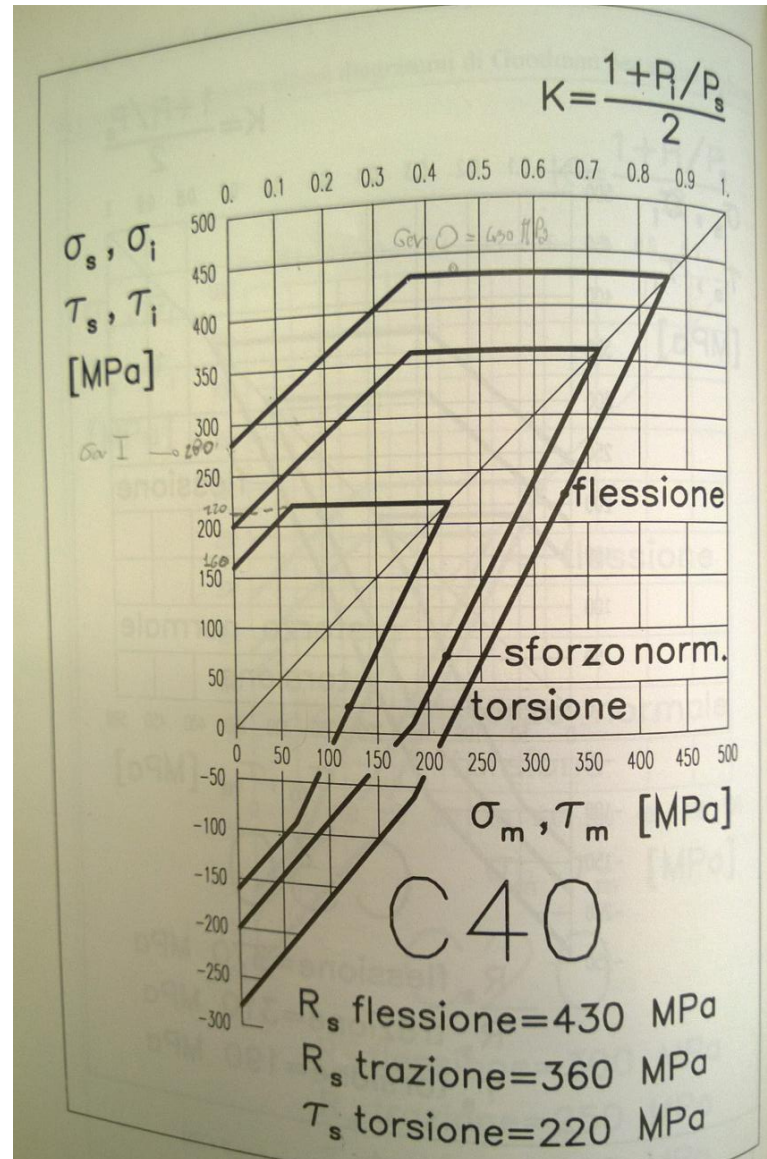
Ingombri di massima supporti



Dimensionamento albero c



Scelta materiale albero



Dimensionamento cuscinetti

Manuale pag I-95

Tabella I.65 Valori orientativi della durata di base richiesta L_{10h} per le varie applicazioni

Tipo di applicazione o tipo di macchina	Ore di funzionamento L_{10h}
Apparecchiature di uso domestico, macchine agricole, attrezzature mediche	300 ÷ 3000
Macchine con funzionamento per brevi periodi o intermittente, utensili elettrici portatili, paranchi, macchine per l'edilizia	3000 ÷ 8000
Ascensori, montacarichi, gru per merci	8000 ÷ 12000
Macchine funzionanti 8 ore al giorno non pienamente utilizzate, azionamenti a ingranaggi, motori elettrici per l'industria, frantoi	10 000 ÷ 25 000
Macchine funzionanti 8 ore al giorno: macchine utensili, da legno, da stampa, ventilatori, centrifughe, trasportatori a nastro	20 000 ÷ 30 000
Macchine funzionanti 24 ore al giorno: scale mobili, laminatoi, macchine tessili, pompe, montacarichi per miniere	40 000 ÷ 50 000
Macchine da carta, grosse macchine elettriche, centrali elettriche	~100 000

COSTRUZIONE DI MACCHINE

I-100

Tabella I.70 Principali cuscinetti a sfere: dimensioni e coefficienti di carico (SKF)

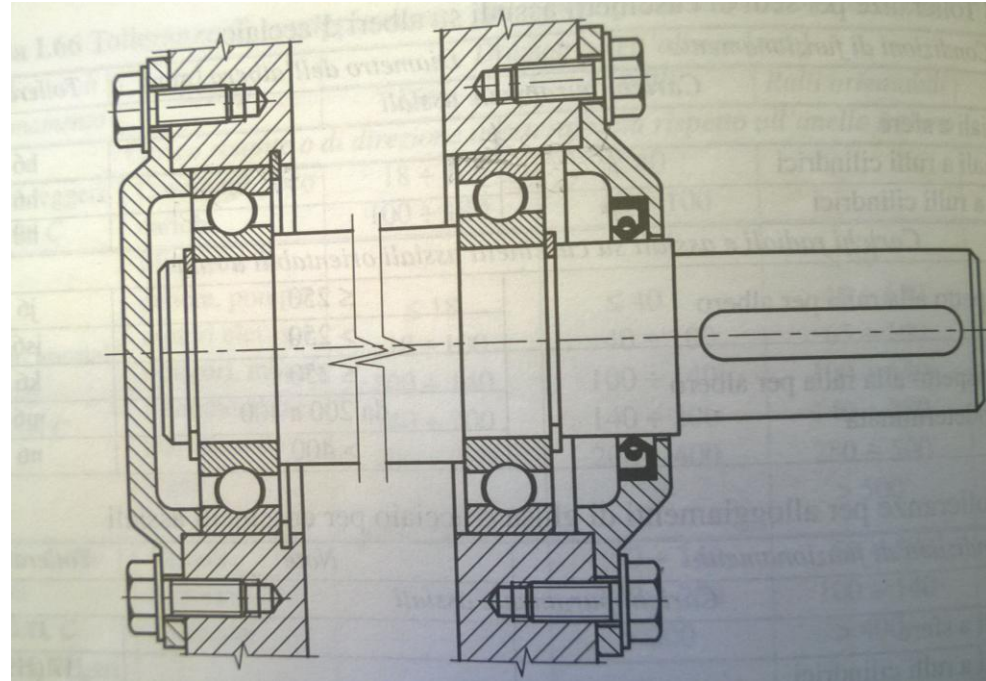
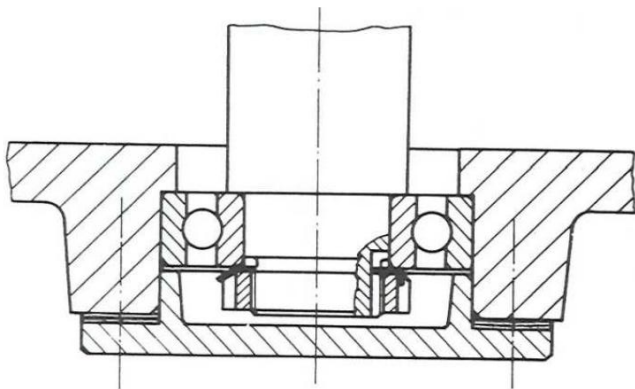
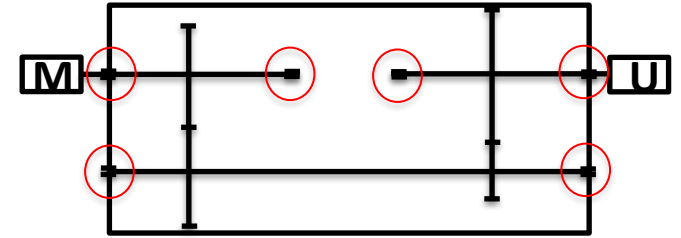
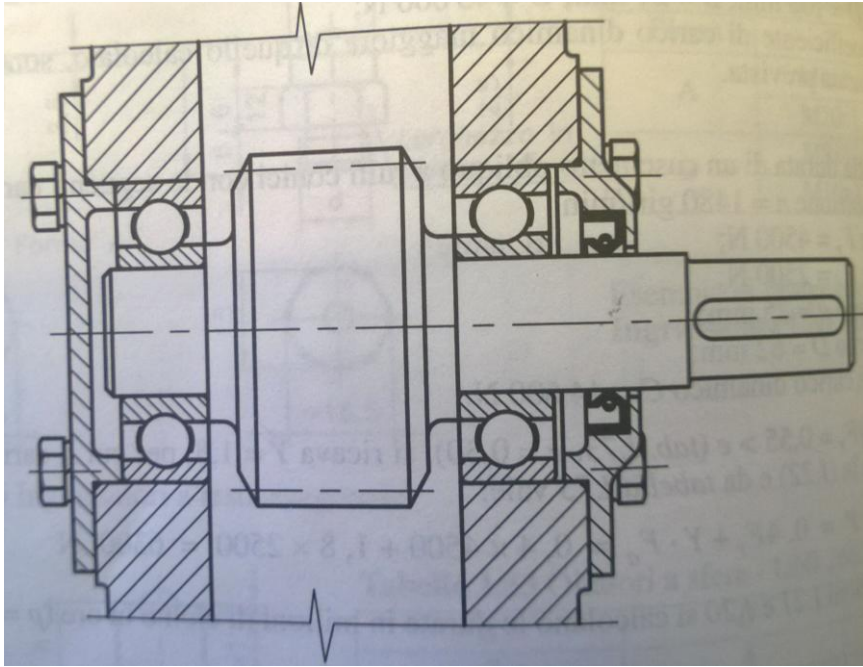
Carico equivalente:
 - dinamico $P = XF_r + YF_a$
 - statico $P_0 = 0,6 F_r + 0,5 F_a$
 Se $P_0 < F_r$, si assume $P_0 = F_r$

Elementi per il calcolo del carico equivalente P

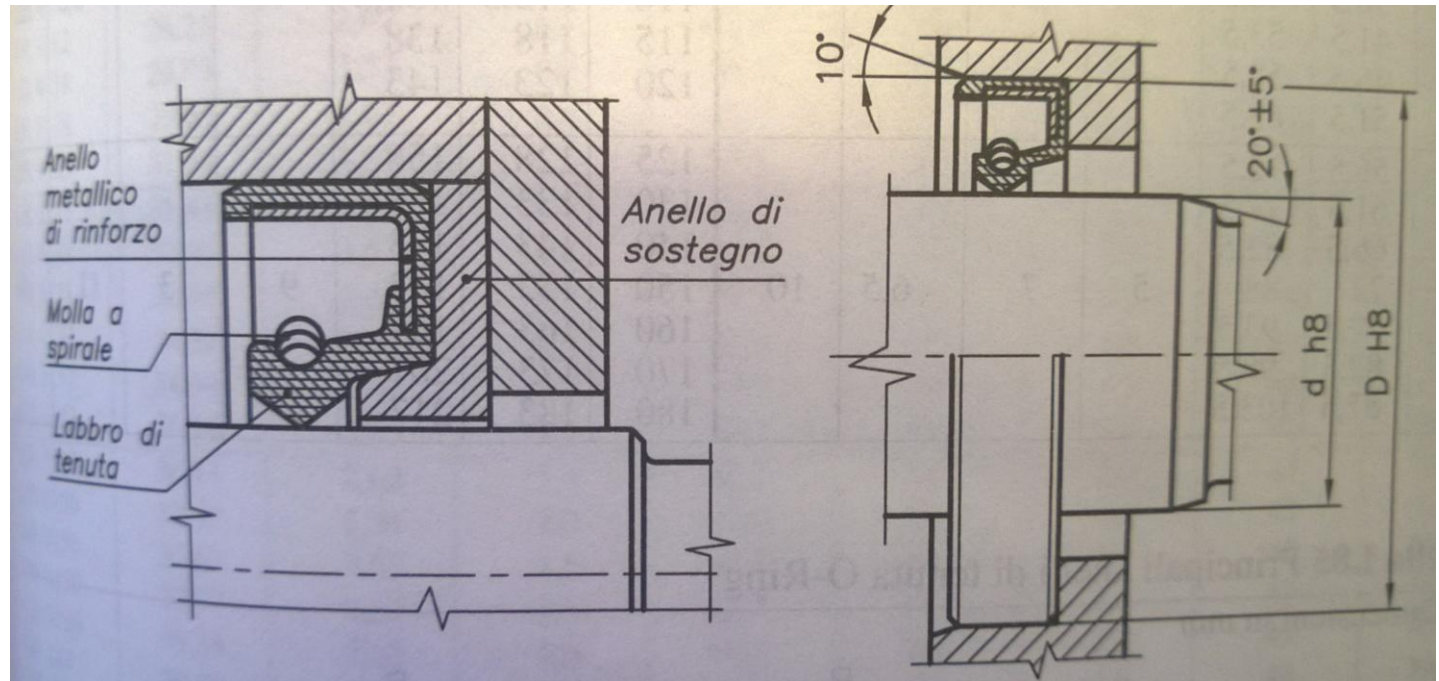
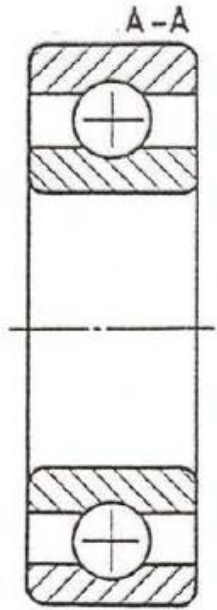
F_a / C_0	e	$F_a / F_r \leq e$		$F_a / F_r > e$	
		X	Y	X	Y
0,025	0,22	1	0	0,56	2
0,04	0,24	1	0	0,56	1,8
0,07	0,27	1	0	0,56	1,6
0,013	0,31	1	0	0,56	1,4
0,25	0,37	1	0	0,56	1,2

d [mm]	D [mm]	B [mm]	C [N]	C_0 [N]	d [mm]	D [mm]	B [mm]	C [N]	C_0 [N]	d [mm]	D [mm]	B [mm]	C [N]
8	16	4	1330	570	35	62	9	12 400	8150	70	110	20	37 700
	22	7	3250	1370		62	14	15 900	10 200		125	24	60 500
9	24	7	3710	1660	35	72	17	25 500	15 300	70	150	35	104 000
	26	8	4620	1960		80	21	33 200	19 000		180	42	143 000
10	26	8	4620	1960	40	100	25	55 300	31 000	75	115	20	39 700
	30	9	5070	2360		68	9	13 300	9150		130	25	66 300
12	35	11	8060	3400	40	68	15	16 800	11 600	75	160	37	114 000
	28	8	5070	2360		80	18	30 700	19 000		190	45	153 000
15	32	10	6890	3100	45	90	23	41 000	24 000	80	125	22	47 500
	37	12	9750	4150		110	27	63 700	36 500		140	56	70 200
17	32	8	5690	2850	45	75	16	20 800	14 600	80	170	39	124 000
	35	11	7800	3750		85	19	33 200	21 600		200	48	163 000
20	42	13	11 400	5400	50	100	25	52 700	31 500	85	130	22	49 400
	35	8	6050	3250		120	29	76 100	45 000		150	28	83 200
25	40	12	9560	4750	50	80	16	21 600	16 000	85	180	41	133 000
	47	14	13 500	6550		90	20	35 100	23 200		210	52	174 000
30	62	17	22 900	10 800	55	110	27	61 800	38 000	90	140	24	58 500
	42	8	6890	4050		130	31	87 100	52 000		160	30	95 600
35	47	14	12 700	6550	55	90	18	28 100	21 200	90	190	43	143 000
	52	15	15 900	7800		100	21	43 600	29 000		225	54	186 000
40	72	19	30 700	15 000	60	120	29	71 500	45 000	95	145	24	60 500
	42	8	6890	4050		140	33	99 500	62 000		145	24	60 500
45	47	12	11 200	6550	60	95	18	29 600	23 200	95	170	32	108 000
	52	15	14 000	7800		110	22	47 500	32 500		200	45	153 000
50	62	17	22 500	11 600	65	130	31	81 900	52 000	100	150	24	60 500
	80	21	35 800	19 300		150	35	108 000	69 500		180	34	124 000
55	55	9	11 200	7350	65	100	18	30 700	25 000	105	215	47	174 000
	62	16	19 500	11 200		120	23	55 900	40 500		160	26	72 800
60	72	19	28 100	16 000	65	140	33	92 300	60 000	105	190	36	133 000
	90	23	43 600	23 600		160	37	119 000	78 000		225	49	182 000

Esempi di montaggio alberi



Disegno di cuscinetti, tenute



Anelli elastici per alberi e fori

1-108 COSTRUZIONE DI MACCHINE

7.6 Anelli elastici

Tabella I.80 Principali anelli elastici per alberi: serie normale - UNI 7435

Dimensioni in mm

Esempio di designazione di un anello elastico per alberi con $d_1 > d_2$: **Anello UNI 7435 - 30**

Il carico assiale sopportato dall'anello è indicato, in tabella, con il simbolo F_a

Materiale: Acciaio bonificato con durezza HRC = 47 ÷ 52

d_1	s	d_2	d_3	d_4	m_1	m_2	n	F_a	d_1	s	d_2	d_3	d_4	m_1	m_2	n	F_a
h11	nom.	nom.	nom.	nom.	H13	min.	min.	[kN]	h11	nom.	nom.	nom.	nom.	H13	min.	min.	[kN]
4	0,4	3,8		3,7	8,8	0,5	0,6	0,3	95	3	91,5	89,5	115				
5	0,6	4,8		4,7	10,7	0,7	0,8	0,3	100	3	96,5	94,5	121				
6	0,7	5,7		5,6	12,2	0,8	0,9	0,45	105		101	98	126				
8	0,8	7,6		7,4	15,2	0,9	1		110		106	103	132				
9		8,6		8,6	16,4			1,38	115		111	108	138				
10		9,6		9,3	17,6		0,6	1,53	120		116	113	143				
12		11,5		11	19,6		0,75	2,3	125		121	118	149				
14	1	13,4		12,9	22	1,1	1,2	0,9	130		126	123	155				
15		14,3		13,8	23,2		1,1	4	135		131	128	160				
16		15,2		14,7	24,4		1,2	4,9	140		136	133	165				
17		16,2		15,7	25,6			5,2	145		141	138	171				
18		17		16,5	26,8	1,3		6,9	150	4	145	142	177	4,15	4,3		
20	1,2	19-		18,5	29		1,5	7,7	155		150	146	182				
22		21		20,5	31,4		1,4	8,45	160		155	151	188				
25		23,9		23,2	34,8		1,7	10,6	165		160	155	193				
28		26,6		25,9	38,4		2,1	15	170		165	160,5	197				
30	1,5	28,6		27,9	41		1,7	16,2	175		170	165,5	202				
32		30,3		29,9	43,4	1,6	1,7	2,6	180		175	170,5	208				
35		33		32,2	47,2		3	26,7	185		180	175,5	213				
40	1,75	37,5		36,3	53		3,8	38,1	190		185	180,5	219				
45		42,5		41,5	59,4	1,85	2	43	200	195	190,5	229					
50		47		45,8	64,8			57	210		204	198	239				
55	2	52		50,8	70,4	2,15	2,3	63	220		214	208	249				
60		57		55,8	75,8			69	230		224	218	259				
65		62		60,8	81,6		4,5	75	240		234	228	269				
70	2,5	67		65,5	87,2			80,5	250		244	238	279	5,15	5,3		
75		72		70,5	92,8		2,65	86	260		252	245	293				
80		76,5		74,5	98,2			107	280		272	265	303				
85	3	81,5		79,5	104		3,15	114	290		282	265	313				
90		86,5		84,5	109		5,3	121	300		292	285	333				

1-109 CUSCINETTI

Tabella I.81 Principali anelli elastici per fori: serie normale - UNI 7437

Dimensioni in mm

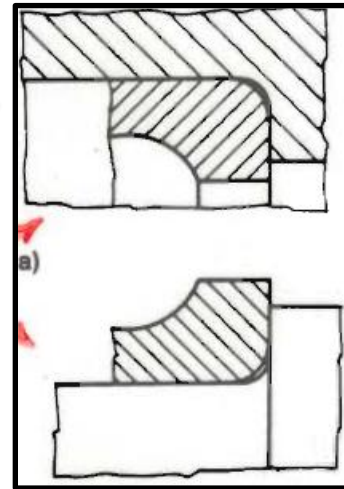
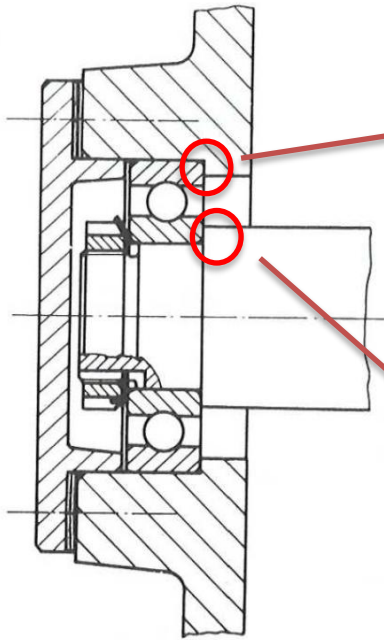
Esempio di designazione di un anello elastico per fori con $d_1 > d_2$: **Anello UNI 7437 - 30**

Il carico assiale sopportato dall'anello è indicato, in tabella, con il simbolo F_a

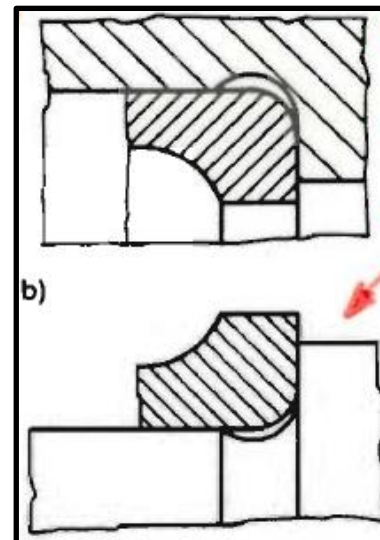
Materiale: Acciaio bonificato con durezza HRC = 47 ÷ 52

d_1	s	d_2	d_3	d_4	m_1	m_2	n	F_a	d_1	s	d_2	d_3	d_4	m_1	m_2	n	F_a
h11	nom.	nom.	nom.	nom.	H13	min.	min.	[kN]	h11	nom.	nom.	nom.	nom.	H13	min.	min.	[kN]
15,7	16,2	7					1,1	4,22	95	3	98,5	100,5	76,4				133
16,8	17,3	7,7					1,2	5,15	100		103,5	105,5	81				140
17,8	18,3	8,4					1,1	5,47	105		109	112	85,6				168
19	19,5	8,9					1,2	7,25	110		114	117	88,2				176
21	21,5	10,6					1,5	7,8	115		119	122	93				184
23	23,5	12,9						8,35	120		124	127	97				192
25,2	25,9	14,2						11,6	125		129	132	102			6	199
26,2	26,9	15					1,8	12	130		134	137	107				207
27,2	27,9	15,6						12,5	135		139	142	113				215
29,4	30,1	17,4					1,3	13,3	140		144	147	117				223
31,4	32,1	19,4					2,1	13,7	145		149	152	122				231
33,7	34,4	20,2					2,6	13,9	150	4	155	158	125	4,15	4,3		300
37	37,8	23,3						26,9	155		160	164	130				309
39,8	39,8	25					1,6	27,1	160		165	169	133				319
43,5	43,5	27,4						40,5	165		170	174,5	138				319
44,5	45,5	29,2					1,85	42,5	170		175	179,5	145				339
47,5	48,5	31,6					2	43,1	175		180	184,5	149			7,5	348
49,5	50,5	33,2					3,8	43,5	180		185	189,5	153				345
53	54,2	36						60,7	185		190	194,5	157				349
55	56,2	37,6						60,3	190		195	199,5	162				340
58	59,2	40,4					2,15	63,5	200		205	209,5	171				325
61	62,2	43,2					2,3	61,5	210		216	222	181				500
63	64,2	44,4						62,1	220		226	232	191				522
65	66,2	46,4					4,5	61,7	230		236	242	201			9	549
73	74,5	53,4						84,2	240		246	252	211				525
75	76,5	55,4						86,5	250	5	256	262	221	5,15	5,3		505
78	79,5	58,4					2,65	90	260		268	275	227				540
83,5	85,5	62						112	280		288	295	247				500
88,5	90,5	66,8					3,15	119	290		298	305	257			12	482
93,5	95,5	71,8					3,3	126	300		308	315	267				465

Spallamenti per cuscinetti

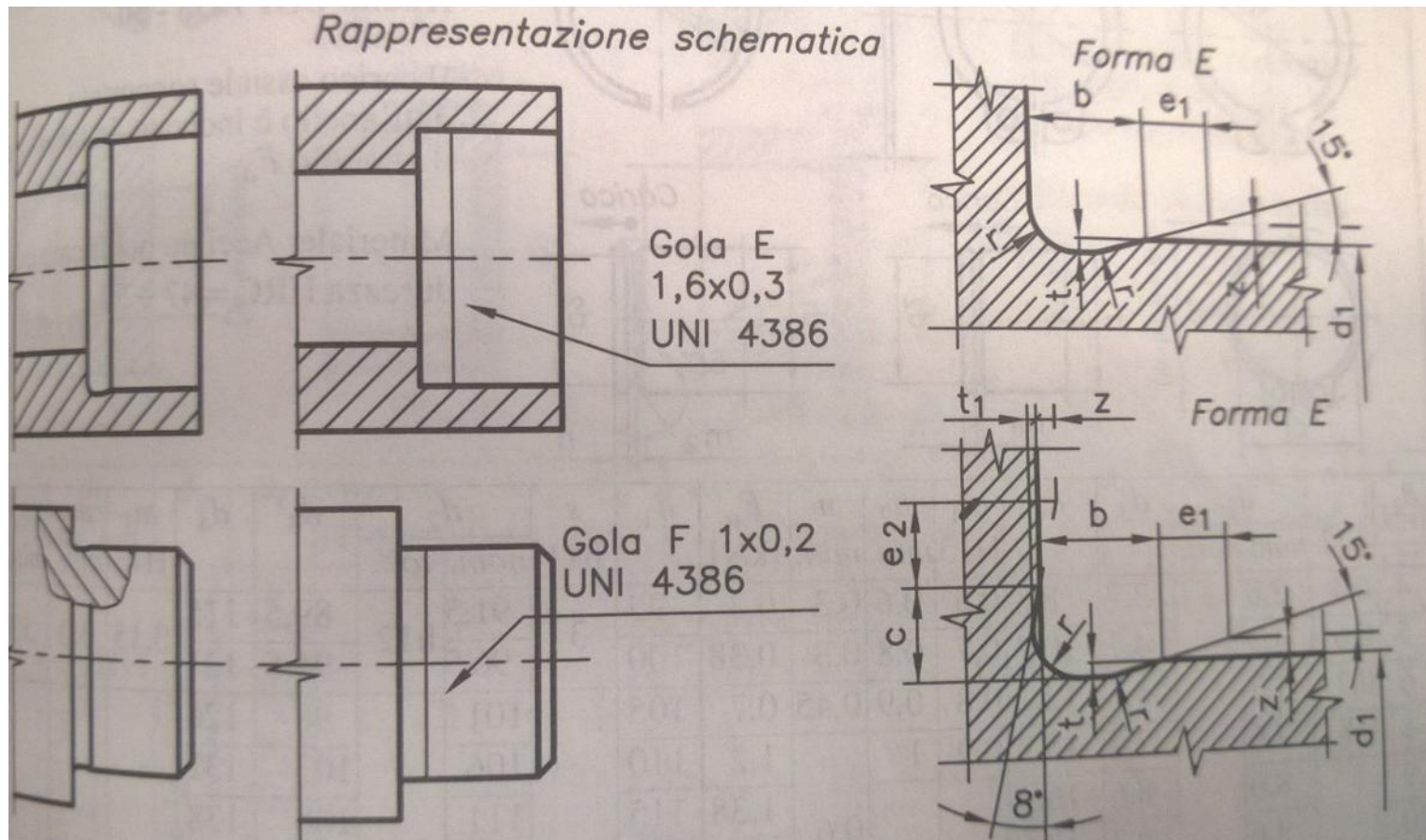


Spallamento
raccordato

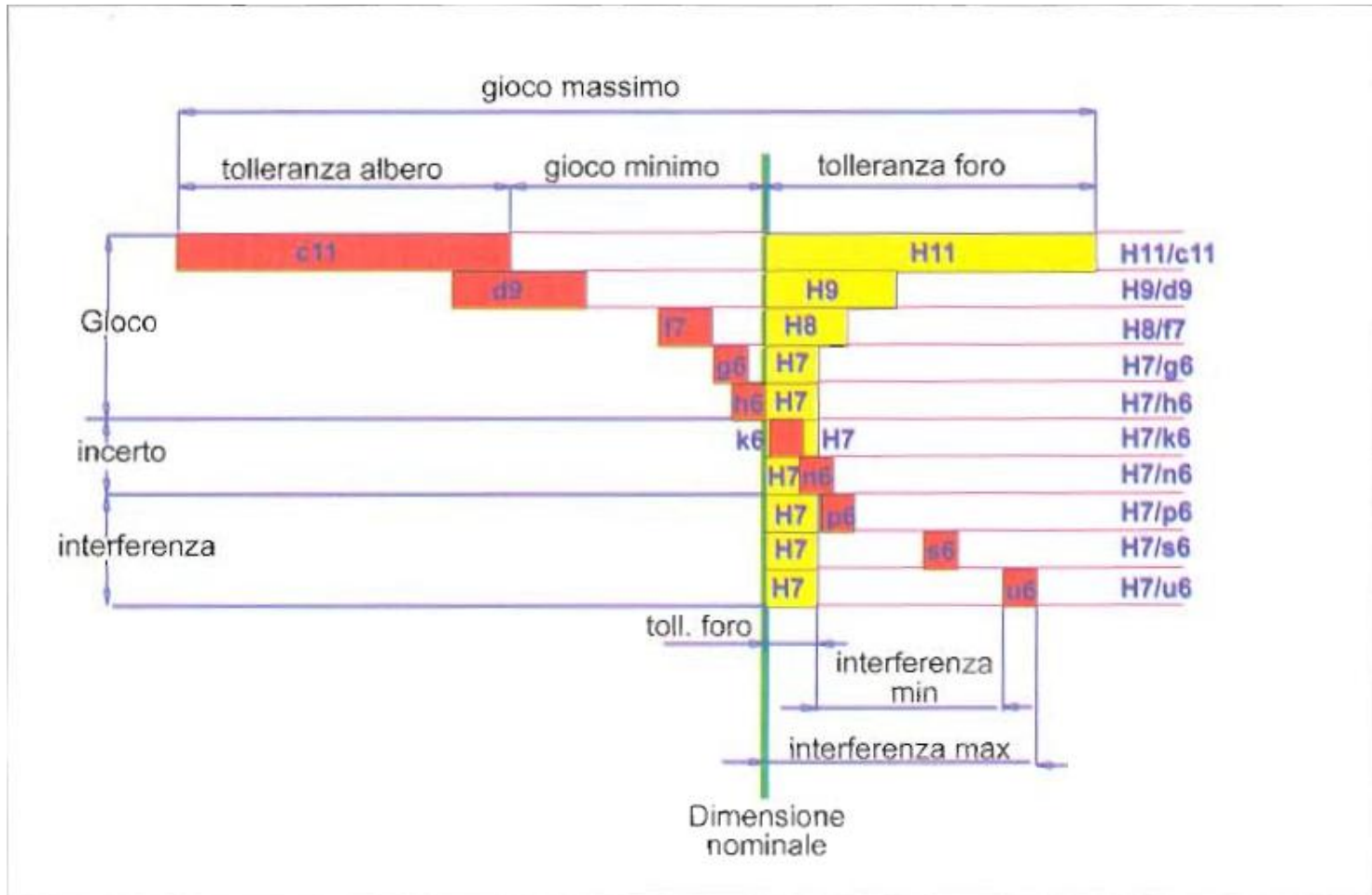


Spallamento con
gola di scarico

Esempi di gole di scarico



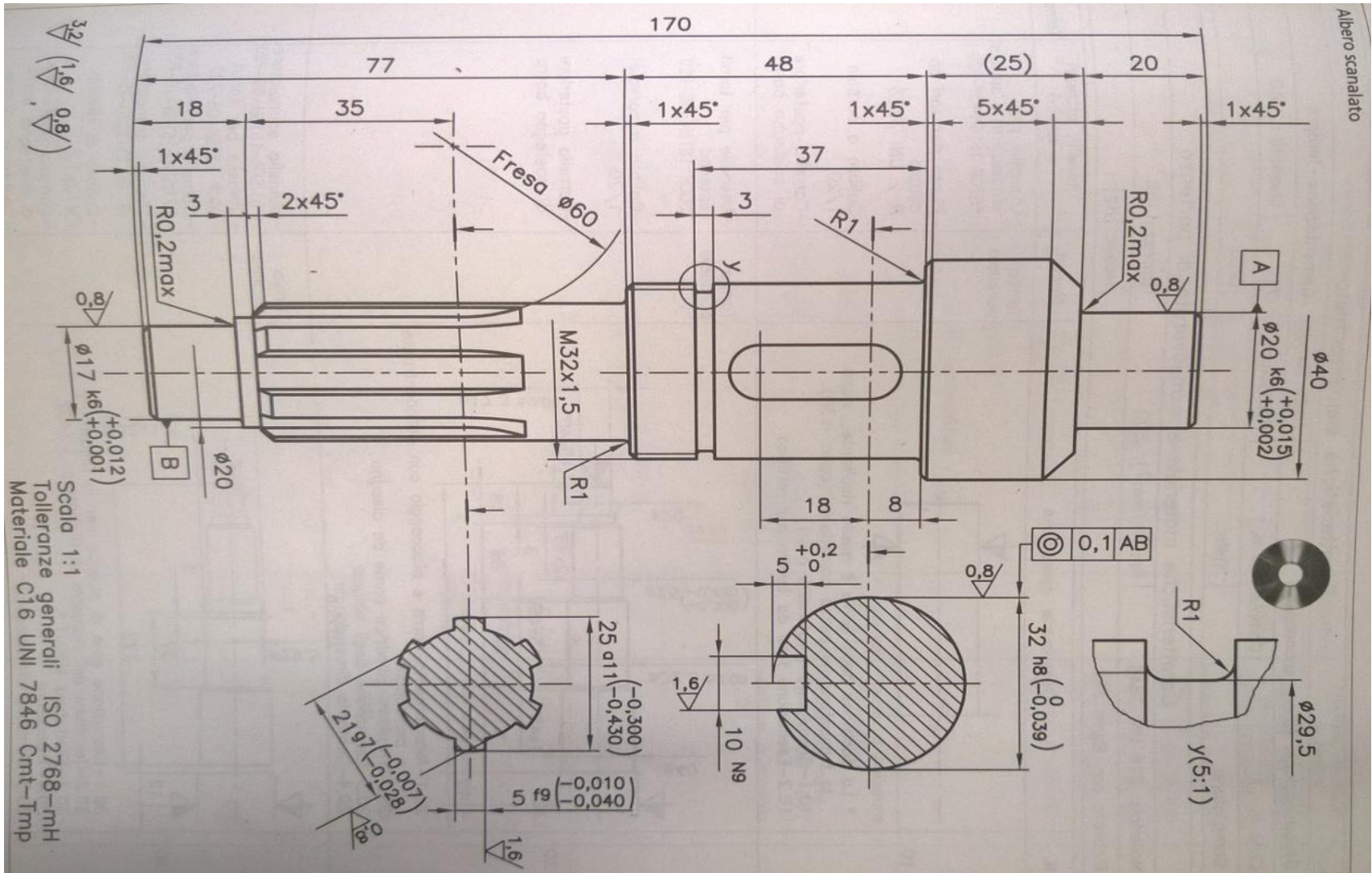
Tipici accoppiamenti foro-base



Tolleranze geometriche

TIPO	RIFERIMENTI	CARATTERISTICA GEOMETRICA	SIMBOLO ISO 1101
Tolleranze di forma	Non associabili	Rettilineità	
		Planarità	
		Circolarità	
		Cilindricità	
	Associabili o Non associabili	Forma di un profilo	
		Forma di una superficie	
Tolleranze di orientamento	Associabili	Parallelismo	
		Perpendicolarità	
		Inclinazione	
Tolleranze di posizione		Localizzazione	
		Concentricità	
		Simmetria	
Tolleranze di oscillazione		Oscillazione circolare	
	Oscillazione totale		

Esempio di disegno di un albero



Esempio di disegno di una ruota dentata

Tolleranza di oscillazione radiale della superficie di testa della ruota dentata

Tolleranza di oscillazione assiale della facce della ruota dentata

